



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 34 695 A 1**

⑤① Int. Cl. 6:
G 01 M 15/00

②① Aktenzeichen: P 44 34 695.6
②② Anmeldetag: 28. 9. 94
④③ Offenlegungstag: 6. 4. 95

DE 44 34 695 A 1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①
30.09.93 US 129449

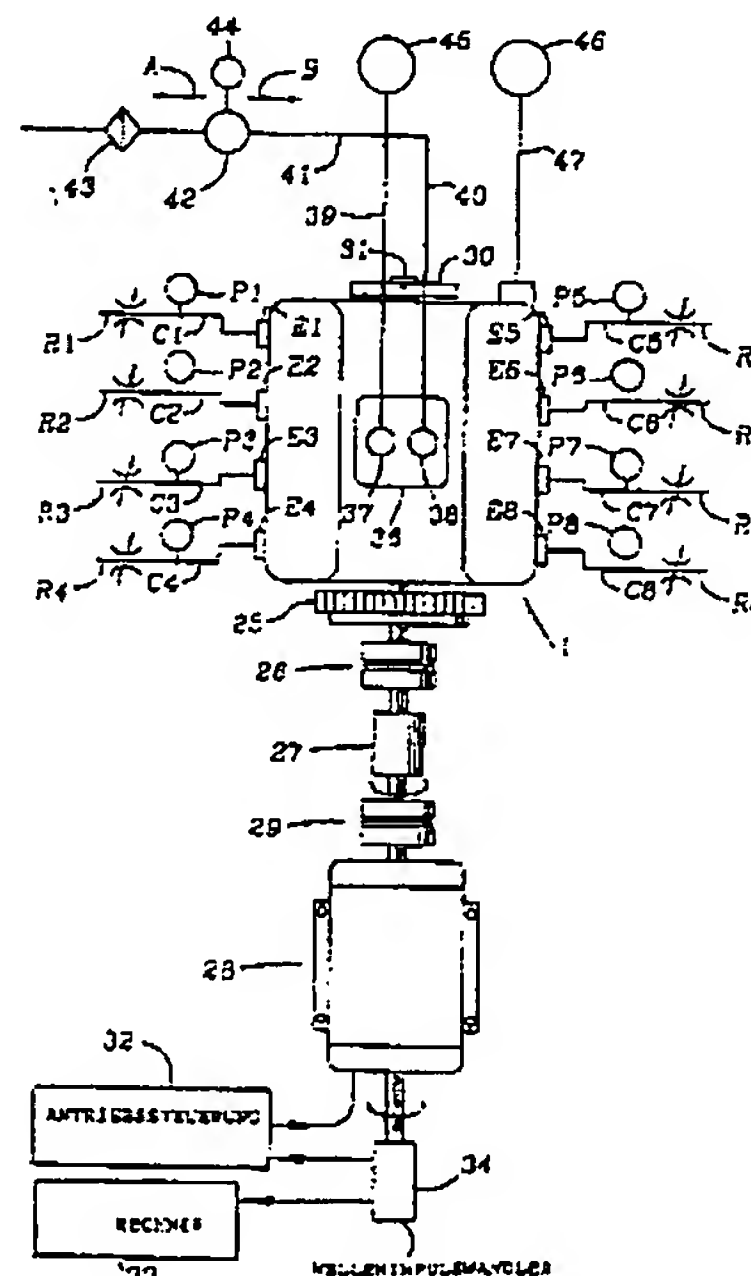
⑦① Anmelder:
Lucas Automation & Control Engineering, Inc.,
Reston, Va., US

⑦④ Vertreter:
Tetzner, V., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Dr.jur., Pat.- u.
Rechtsanw.; Tetzner, M., Dipl.-Ing.-Univ., Pat.-Anw.;
Tetzner, T., Dr.rer.pol., Rechtsanwalt., 81479 München

⑦② Erfinder:
Scourtes, George, Clearwater, Fla., US

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Testen von Motoren

⑤⑦ Verfahren und Vorrichtung zum Prüfen eines Verbrennungsmotors mit wenigstens einem Zylinder, der einen Hubkolben aufweist, der eine im Volumen veränderliche Verbrennungskammer begrenzt, die in Verbindung steht mit Einlaß- und Auslaßöffnungen, die von Einlaß- bzw. Auslaßventilen geöffnet und geschlossen werden. Die Verbrennungskammer eines jeden Zylinders wird entweder entleert oder das darin befindliche Gas verdichtet, und zwar in Abhängigkeit von den durchzuführenden Prüfverfahren, während der zugehörige Kolben auf- und abwärtsbewegt wird. Das Öffnen und Schließen der Ventile in Verbindung mit der Aufwärts- und Abwärtsbewegung des zugehörigen Kolbens führt zur Erzeugung von Druckimpulsen, die erfaßt und analysiert werden.



DE 44 34 695 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 014/476

11/28

Die Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtungen zum Testen von Motoren, insbesondere zum Testen von Verbrennungsmotoren mit wenigstens einem Zylinder, in dem ein Hubkolben angeordnet und der mit Einlaß- und Auslaßventilen versehen ist.

Herkömmlicherweise werden Kraftfahrzeugmotoren oder andere Verbrennungsmotoren entweder im laufenden Zustand getestet oder aber die Kurbelwelle des Motors wird für den Test mit einem Elektromotor oder einem anderen Antriebsmotor so verbunden, daß die drehbeweglichen und hin- und herbeweglichen Teile des zu testenden Motors angetrieben werden.

Das Testen eines eingeschalteten Motors macht die Verwendung einer geeigneten Vorrichtung, wie beispielsweise eines Kraftmessers, erforderlich, um den Motor zu belasten. Der Kraftmesser ist üblicherweise entweder ein Wechselstrom- oder Gleichstromgenerator oder eine Prony-Bremse. Die Notwendigkeit, einen Kraftmesser einzusetzen, erhöht sowohl die Kosten als auch die zum Prüfen eines Motors erforderliche Zeit.

Das Prüfen eines Motors im laufenden Zustand ermöglicht die Durchführung einer ganzen Anzahl von Testvorgängen, beispielsweise hinsichtlich der gelieferten Leistung, des Kraftstoffverbrauches, der Abgaswerte und ähnlichem. Dieser Eigenantrieb eines Motors erfordert jedoch die Zuführung von Kraftstoff, Kühl- und Schmiermitteln sowie die Bereitstellung einer Vorrichtung zur Schalldämpfung. Zusätzlich erfordert der Eigenantrieb eines Motors die Bereitstellung eines komplizierten Entlüftungssystems, um die Motorabgase abzuführen.

Wenngleich das Prüfen eines Motors unter Eigenantrieb die Durchführung einer ganzen Anzahl von Testvorgängen ermöglicht, so sind doch Funktionskontrollen hinsichtlich des Ventilzuges, der Nockenwelle, der Kurbelwelle, des Motorblocks und Zylinderkopfes insoweit begrenzt, als der Motor zum Abwürgen neigt, sobald die Belastung des Motors seine Belastungsgrenze übersteigt. Darüber hinaus können bestimmte Defekte, wie beispielsweise fehlerhafte Ventile und Kolbenringe während des Betriebs des Motors bei relativ geringer Geschwindigkeit nicht immer festgestellt werden, sofern sie nicht schwerwiegend sind.

Der Betrieb eines Motors ohne Nutzung seines Eigenantriebes wird als Fremdantrieb des Motors bezeichnet. Der Fremdantrieb eines Motors ermöglicht nicht nur Kontrollen hinsichtlich der gelieferten Leistung, des Kraftstoffverbrauches, der Abgaswerte und ähnlichem, sondern auch eine Vielzahl weiterer Kontrollverfahren. Durch den Fremdantrieb des Motors ist es auch nicht mehr erforderlich, Kraftstoffzufuhrsysteme und Kraftstoffbehälter sowie Abgasentlüftungssysteme bereitzustellen.

Ein Verbrennungsmotor kann erfindungsgemäß dadurch getestet werden, daß der Motor mittels eines Elektromotors oder eines anderen Motors, der mit der Antriebswelle des zu testenden Motors verbunden ist, angetrieben wird. Während der Motor angetrieben wird, kann in den Zylindern wahlweise Unter- oder Überdruck herrschen, wodurch eine ganze Anzahl von Testverfahren durchgeführt werden kann, die nicht möglich wären, wenn der Motor mit Eigenantrieb betrieben würde. Beispielsweise kann die Abgasströmung von der Auslaßöffnung eines jeden Zylinders durch eine gegenüber der Auslaßöffnung strömungsabseitig liegenden Drosseleinrichtung begrenzt oder völlig verhin-

dert werden, wodurch wenigstens ein Drucksensor das Druckwellenformsignal erfassen kann, daß von der zwischen der Auslaßöffnung und der Drosseleinrichtung gefangenen Luft erzeugt wird. Dies ermöglicht es unter anderem, Ventillecks bei niedrigen Antriebsgeschwindigkeiten des Motors mit einer Empfindlichkeit von wenigen cm^3/min zu erfassen. Demgegenüber erfordert der Eigenbetrieb eines Motors eine unbehinderte Abgasströmung über die Auslaßöffnung, damit die Abgase entweichen können. Folglich zeigen Motoren, die mit Eigenenergie betrieben werden, bei Lecks von mehreren hundert cm^3/min keinen meßbaren Leistungsabfall. Es ist jedoch wünschenswert, derart kleine Motorenfehler zu erfassen, auch wenn sie die Leistung eines neuen Motors nicht merklich beeinträchtigen, da sie letztendlich die Lebensdauer des Motors verringern.

Bei leerem Zylinder ist es nicht nur möglich, Ventilkontrollen durchzuführen, sondern auch andere Funktionen zu testen. So ermöglicht beispielsweise das Entleeren eines Zylinders die Überprüfung der Verdichtung durch die Kolben sowie der Ölringe. Wenn das Vakuum dazu führt, daß Öl vom Kurbelgehäuse nach oben gesaugt wird, so ist offenbar der Örling defekt.

Bei leerem Zylinder ist es im übrigen auch nicht nötig, die Zündkerze zu entfernen, wodurch auch das ungewollte Eindringen von Fremdkörpern in den Zylinder vermieden wird.

Bei leerem Zylinder ist es auch möglich, die Motorreibung genauer zu messen als dies sonst möglich wäre. Bei leerem Zylinder entfällt nämlich beim Anlassen des Motors die Belastung aufgrund der zur Verdichtung des Gasgemisches im Zylinder notwendigen Arbeitsleistung. Durch die Vermeidung dieser Belastung während des Verdichtungsaktes ist das während des Anlassens des Motors gemessene Drehmoment allein auf die Reibung der sich bewegenden Teile zurückzuführen.

Die Erzeugung eines Überdrucks im Zylinder macht die Verwendung eines Kraftmessers entbehrlich und erlaubt es immer noch, Informationen hinsichtlich des einwandfreien Zustands des Zylinderblocks sowie seiner Lebensdauer, des Zylinderkopfes, der Lager, der Pleuelstangen und aller anderen drehbeweglichen und hin- und herbeweglichen Teile zu erhalten. Das Erzeugen eines Druckes ermöglicht auch die Beurteilung der Leistung der Kolbenringe bei der Verdichtung sowie die Ermittlung von fehlenden oder schadhaften Kolbenringen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist insbesondere geeignet zum Prüfen eines Kraftfahrzeugmotors oder eines anderen Motors mit einem in einem Zylinder angeordneten Hubkolben, wobei der Zylinder in Verbindung steht mit einer Einlaßöffnung, einer Auslaßöffnung sowie Ventilvorrichtungen zum jeweiligen Öffnen und Schließen dieser Öffnungen. Die Vorrichtung enthält Elemente zum wahlweisen Erzeugen von Über- und Unterdruck in den Zylindern sowie variable Ventile oder Drosseleinrichtungen zum Freigeben, Blockieren und Regulieren der Luftströmung über die Auslaßöffnung in den Zylinder hinein und aus dem Zylinder heraus.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Prüfen des Motors besteht darin, die Luftströmung in den Zylinder durch die Auslaßöffnung zu begrenzen oder völlig zu unterbinden und im Zylinder einen Unterdruck aufrechtzuerhalten, während gleichzeitig der Kolben auf- und abwärtsbewegt wird.

Ein anderes Prüfverfahren besteht darin, die Luftströmung aus den Zylinder durch die Auslaßöffnung zu be-

grenzen oder zu blockieren sowie im Zylinder einen Überdruck aufrechtzuerhalten, während der Kolben auf- und abwärtsbewegt wird.

Im Rahmen eines jeden Verfahrens führt das Öffnen und Schließen der Einlaß- und Auslaßventile während des gleichzeitigen Auf- und Abwärtsbewegens des Kolbens zur Erzeugung von Druckveränderungsimpulsen oder -signalen, die erfaßt und analysiert werden können, um Informationen hinsichtlich der Leistung des Motors zu gewinnen.

Ein derzeit bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der beigelegten Zeichnung veranschaulicht.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Schemadarstellung einer Vorrichtung, die wahlweise in den Zylindern eines Verbrennungsmotors einen Unter- bzw. Überdruck erzeugen kann und

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines typischen Zylinders eines Hubkolbenmotors von der Art, bei der die erfindungsgemäße Vorrichtung eingesetzt werden kann.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung, die zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren geeignet ist, kann im Zusammenhang mit einem herkömmlichen Viertakt-Verbrennungsmotor 1 eingesetzt werden, der mehrere Zylinder aufweist, von denen einer mit der Bezugsziffer 2 in Fig. 2 gekennzeichnet ist, und zwar in einer Position innerhalb eines Motorblocks 3 mit einer Ölwanne 4, einem Kühlmantel 5 und einem Zylinderkopf 6. Innerhalb des Zylinders 2 ist ein auf- und abwärtsbeweglich befestigter Kolben 7 angeordnet, der gegenüber dem Zylinderkopf 6 einen Abstand aufweist, um eine im Volumen variable Verbrennungskammer 8 zwischen dem Zylinder und dem Kolben zu bilden, wie dies bereits bekannt ist. Der Kolben trägt eine Mehrzahl von äußeren Ringen 9 sowie einen Kolbenbolzen 10, der mit einer Pleuelstange 11 in herkömmlicher Weise an einer drehbeweglichen Kurbelwelle 12 befestigt ist.

Mit der Kammer 8 steht ein Fluideinlaßdurchgang 13 und ein Abgasauslaßdurchgang 14 in Verbindung. Die Durchgänge weisen Einlaß- und Auslaßöffnungen auf, die von Einlaß- bzw. Auslaßventilen 15 bzw. 16 geöffnet bzw. geschlossen werden, die ihrerseits durch Federn 17 und 18 in ihrer geschlossenen Position gehalten werden, jedoch in ihre geöffneten Positionen durch die drehbewegliche Nockenwelle 19 versetzt werden können, die auf Ventilbetätigungselemente 20 und 21 einwirkt. In herkömmlicher Weise steht eine Zündkerze 22 in Verbindung mit der Verbrennungskammer 8, um ein brennbares Luft-Kraftstoffgemisch im Zylinder zu entzünden. Die Ventile des Motorblocks 3 sind üblicherweise von (nicht dargestellten) Abdeckungen bedeckt.

An der Kurbelwelle 12 ist an einem Ende ein Schwungrad 25 befestigt. Sofern der Motor in einem Fahrzeug eingebaut ist, ist die Welle 12 mit dem Getriebe verbunden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist jedoch die Welle 12 über eine herkömmliche Kupplung 26 mit einem Drehmomentwandler 27 verbunden, der seinerseits über eine weitere herkömmliche Kupplung mit einem in der Geschwindigkeit variablen, vorzugsweise mittels Elektrizität betriebenen Motor 28 verbunden ist. Das entgegengesetzte Ende der Antriebswelle 12 ist mit einer Scheibe 30 verbunden, die Indizes 31 aufweist, was es ermöglicht, die Winkelposition der Antriebswelle in herkömmlicher Weise zu bestimmen.

Der Antriebsmotor 28 ist mit einer Antriebssteuerung 32 herkömmlicher Bauart verbunden, die eine her-

kömmliche Vorrichtung mit variabler Frequenz bzw. eine andere geeignete Vorrichtung zur Steuerung der Geschwindigkeit des Antriebsmotors umfaßt.

Die Antriebssteuerung 32 wird von einem herkömmlichen Rechner 33 programmiert. Ein herkömmlicher Wellenimpulswandler 34 ist mit der Steuerung 32 und dem Rechner 33 verbunden, was es ermöglicht, die Winkelposition der Antriebswelle 12 jederzeit zu bestimmen.

Der Motor 1 ist ein herkömmlicher Achtzylinder-Viertakt-V-Motor mit einem Ansaugverteilersystem 36, über das ein Fluid, beispielsweise Luft, über herkömmliche Durchgänge 13 zur Einlaßöffnung eines jeden Zylinders transportiert werden kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel enthält das Ansaugverteilersystem einen Einlaß 37, der in herkömmlicher Weise mit den Lufteinlaßdurchgängen der linken Zylinderreihe in Verbindung steht, und einen zweiten Einlaß 38, der in herkömmlicher Weise mit den Lufteinlaßdurchgängen der rechten Zylinderreihe in Verbindung steht. Die Einlaßöffnungen 37 und 38 sind über Leitungen 39 bzw. 40 mit einer Versorgungsleitung 41 verbunden, die über eine umkehrbare Fluid- oder Luftpumpe 42 und einen Filter mit der Atmosphäre verbunden ist.

Die Luftpumpe 42 wird von einem Elektromotor mit regulierbarer Geschwindigkeit oder einem anderen Motor 44 angetrieben. Sie ist so einstellbar, daß Luft wahlweise in einer der beiden entgegengesetzten Fließrichtungen strömen kann, wie dies von den Pfeilen A und B in Fig. 1 angedeutet wird. Der Luftdruck im Ansaugverteilungssystem 36 kann mit Hilfe eines mit der Versorgungsleitung 41 verbundenen Druckwandlers 45 herkömmlicher Bauweise bestimmt werden. Der Druckwandler 45 kann in bekannter Weise solche Impulse erfassen und messen, die durch Druckänderungen in der Leitung 41 erzeugt werden, wobei diese Druckänderungen auf das Öffnen und Schließen der Einlaß- und Auslaßventile und die Auf- und Abwärtsbewegung des Kolbens zurückzuführen sind.

Das Vorhandensein und die Menge des vorhandenen Schmieröls wird von einem herkömmlichen Druckwandler 46 überwacht, der mit dem Motor über eine Leitung 47 verbunden ist. Der Wandler 46 arbeitet in herkömmlicher Weise, um anzuzeigen, ob Schmieröl in ausreichender Menge zugeführt wird.

Die Auslaßdurchgänge an einer Seite eines V-Motors sind in herkömmlicher Weise mit einem Auspuffsystem verbunden und die Auslaßdurchgänge auf der anderen Seite dieses Motors sind mit einem anderen Auspuffsystem verbunden. Beim erfindungsgemäßen Testen eines Motors wird jedoch, auch weil sich das Öffnen von Auslaßventilen in einem mehrzylindrigen Viertaktmotor überschneidet, jedes Auspuffsystem entfernt und der Auslaßdurchgang eines jeden Zylinders über eine eigene Leitung mit einem variablen Drosselelement oder Ventil verbunden, so daß die Abgasströmung aus der oder in die Verbrennungskammer des zugehörigen Zylinders wahlweise völlig freigegeben, völlig begrenzt oder auf ein beliebiges, dazwischenliegendes Strömungsverhältnis eingestellt werden kann. Aus Gründen der Veranschaulichung werden die Auslaßdurchgänge der linken Zylinderreihe in Fig. 1 durch die Bezugskennzeichen E1—E4 gekennzeichnet und die Auslaßdurchgänge der rechten Zylinderreihe mit den Bezugskennzeichen E5—E8. Die jeweiligen Auslaßdurchgänge sind über Leitungen C1—C8 mit den jeweiligen einstellbaren Drosselementen R1—R8 verbunden. Zwischen einer jeden Auslaßöffnung und dem zugehörigen Drossele-

ment ist ein Druckwandler angeordnet. Diese Wandler werden mit den Bezugszeichen P1—P8 gekennzeichnet. Diese Druckwandler sind alle gleichartig gestaltet und so betätigbar, daß sie in herkömmlicher Art und Weise die Impulse erfassen können, die durch Druckveränderungen in den zugehörigen Leitungen erzeugt werden.

Sofern es gewünscht wird, den Motor 1 bei entleerter Verbrennungskammer eines jeden Zylinders zu prüfen, werden die Drosselelemente R1—R8 geschlossen und die Pumpe 42 vom Motor 44 in einer solchen Richtung angetrieben, daß die Luft durch die Pumpe 42 in Richtung des Pfeiles A fließt. Dies führt dazu, daß jede Verbrennungskammer entleert und in ihr ein Unterdruck aufrechterhalten wird. Sofern der Antriebsmotor 28 dann zum Antrieb der Kurbelwelle 12 betätigt wird, wird jeder der Kolben auf- und abwärtsbewegt und die jeweiligen Einlaß- und Auslaßventile 15 und 16, die mit den einzelnen Zylindern verbunden sind, werden abwechselnd geöffnet und geschlossen, so wie dies bekannt ist.

Jedesmal wenn ein mit einem bestimmten Zylinder verbundenes Einlaßventil betätigt wird, wird ein Impuls oder Signal in der Leitung 41 erzeugt, das vom Druckwandler 45 erfaßt und gemessen werden kann. Die durch solche Druckveränderungen erzeugten Signale werden in herkömmlicher Weise dem Rechner 33 zugeführt, wo sie aufgezeichnet und ausgewertet werden, um zu bestimmen, ob die Einlaß- und Auslaßventile korrekt aufsitzen und ob die vom Kolben getragenen Kolbenringe, und insbesondere der unterste Öhring, richtig funktionieren.

Da in der Verbrennungskammer eines jeden Zylinders Unterdruck herrscht, ist in einer solchen Kammer nur eine geringe Luftmenge vorhanden. Folglich verdichtet der zugehörige Kolben 7 beim herkömmlichen Verdichtungstakt wenig oder keine Luft, so daß die von jedem Kolben beim Verdichtungstakt geleistete Arbeit zu vernachlässigen ist. Somit ist das mittels des Drehmomentwandlers 27 gemessene Motordrehmoment fast ausschließlich auf die Reibung zwischen den beweglichen Teilen des Motors zurückzuführen.

Das Prüfen bei entleerten Zylindern ermöglicht auch das Entdecken von schadhafte oder fehlenden Kolben-druckringen, da der Druck in jedem Zylinder dann ansteigt, wenn aufgrund von fehlenden oder schadhafte Kolbenringen Luft in die Verbrennungskammer eindringen kann.

Sofern es gewünscht wird, zu Prüfzwecken einen Überdruck im Zylinder des Motors 1 zu erzeugen, wird die Pumpe 42 so eingestellt, daß sie Luft in das Einlaßverteilersystem 42 in Richtung des Pfeiles B drückt, wobei alle Drosselelemente R1—R8 vollständig geschlossen werden. Die Drehbewegung der Kurbelwelle 12 durch den Antriebsmotor 28 führt dazu, daß sich die Kolben in herkömmlicher Weise auf- und abwärtsbewegen. Der Überdruck in der Verbrennungskammer eines jeden Zylinders wird jedoch erheblich höher sein, als wenn der Motor mit Eigenantrieb laufen würde.

Da sich ein jeder Kolben auf- und abwärtsbewegt, öffnen und schließen sich die jeweiligen Einlaß- und Auslaßventile wechselweise, wodurch in den zugehörigen Leitungen C1—C8 Impulse erzeugt werden, die von den zugehörigen Druckwandlern P1—P8 erfaßt und gemessen werden. Das Erzeugen und Aufrechterhalten dieses Überdrucks in jedem Zylinder während des Antreibens des Motors ermöglicht es, alle sich drehenden und auf- und abwärtsbewegenden Bauteile, wie beispielsweise die Kolben, die Pleuelstangen, die Kurbel-

welle und die Lager, einer höheren Belastung auszusetzen als es sonst möglich wäre. Folglich können der einwandfreie Zustand und die Dauerhaftigkeit der Ventile, der Nockenwelle, der Kurbelwelle, des Motorblocks, des Zylinderkopfes und ähnlicher Bauteile leicht geprüft werden, und dies ohne die Notwendigkeit, einen Kraftmesser einzusetzen, und in wesentlich größerem Umfang, als es möglich wäre, wenn der Motor mit Eigenantrieb laufen würde.

Die in jedem Zylinder in Abhängigkeit zur Hubbewegung des Kolbens sowie des Öffnens und Schließens der Einlaß- und Auslaßventile erzeugten Impulse können von den zugehörigen Druckwandlern P1 bis P8 erfaßt werden, so daß eine Analyse des Motors und seiner einzelnen Bauteile durch den Rechner erstellt werden kann. Beispielsweise kann ein Abfall des Überdrucks in einem Zylinder, der von einem angeschlossenen Druckwandler entdeckt wird, auf fehlerhafte Auslaßventile, schadhafte oder fehlende Kolbenringe und/oder ungenau arbeitende Ventile schließen lassen. Da die Luft in den Zylindern und den Leitungen C1—C8 unter sehr viel größerem Druck steht, als es unter üblichen Bedingungen bei Eigenantrieb des Motors der Fall wäre, ermöglichen die erfaßten Druckveränderungen die Durchführung viel empfindlicherer Testverfahren, als dies sonst möglich wäre.

Auch wenn der Motor angetrieben wird, während in den Zylindern Unter- bzw. Überdruck erzeugt wird, besteht keine Notwendigkeit, die Zündkerzen zu entfernen oder aber Kraftstoff oder Lüftungseinrichtungen zur Abfuhr der Abgase bereitzustellen, da zum Fremdantrieb des Motors die Verbrennung von Kraftstoff nicht erforderlich ist.

Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Vorrichtung und der erfindungsgemäßen Verfahren liegt darin, daß hierbei das Geräuschniveau gegenüber dem Geräuschniveau erheblich reduziert wird, das beim Prüfen eines mit Eigenantrieb laufenden Motors verbunden ist, da es hier nicht nötig ist, den Motor während des Prüfverfahrens mit Eigenantrieb laufen zu lassen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verwendung beim Prüfen eines Motors (1) mit mindestens einem Zylinder (2), Einlaßeinrichtungen (13) in Verbindung mit jedem der Zylinder zur Zufuhr von Fluid an jeden der Zylinder, Auslaßeinrichtungen (14) in Verbindung mit jedem der Zylinder zum Abführen von Abgasen von jedem der Zylinder, einem Hubkolben (7) in jedem der Zylinder, und Antriebseinrichtungen (10—12) zur Aufwärts- und Abwärtsbewegung eines jeden Kolbens, gekennzeichnet durch Pumpeneinrichtungen (42) zum wahlweisen Erzeugen von Über- bzw. Unterdruck in einem jeden Zylinder; und durch Verbindungseinrichtungen (36—41) zur Herstellung und Aufrechterhaltung einer Verbindung zwischen den Pumpeneinrichtungen und jedem der Zylinder, während die Kolben auf- und abwärtsbewegt werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Verbindungseinrichtungen ein Verteilersystem (36) in Verbindung mit den Einlaßeinrichtungen eines jeden Zylinders umfassen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Pumpeneinrichtungen aus einer Überdruckpumpe bestehen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Pum-

peneinrichtungen aus einer Vakuumpumpe bestehen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, enthaltend einstellbare Ventileinrichtungen (R1—R8) in Verbindung mit jedem der Auslaßeinrichtungen zum wahlweisen Blockieren, Freigeben und Reduzieren der Abgasströmung aus jedem der Zylinder.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Antriebseinrichtungen einen in der Geschwindigkeit verstellbaren Motor (28) umfassen.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei das Aufwärts- und Abwärtsbewegen eines jeden Kolbens zur Erzeugung von Drucksignalen führt und wobei Einrichtungen (P1—P8) zum Erfassen der Drucksignale vorhanden sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, enthaltend Einrichtungen (33) zum Analysieren der Drucksignale.

9. Verfahren zum Prüfen eines Verbrennungsmotors (1) mit einem oder mehreren Zylindern (2), in denen jeweils ein Hubkolben (7) angeordnet ist, wobei jeder der Zylinder einen Kopf (6) aufweist, der mit Abstand gegenüber dem zugehörigen Kolben angeordnet ist und der mit diesem eine in ihrem Volumen veränderliche Kammer (8) bildet, wobei jeder der Zylinder einen Einlaß (13) und einen Auslaß (14) in Verbindung mit der zugehörigen Kammer aufweist, und wobei jeder der Kolben im zugehörigen Zylinder auf- und abwärtsbeweglich ist, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder der Kammern ein Druck erzeugt und aufrechterhalten wird, der wahlweise kleiner oder größer als der Außendruck ist, während der zugehörige Kolben auf- und abwärtsbewegt wird; daß Druckimpulse in Abhängigkeit von der Aufwärts- und Abwärtsbewegung eines jeden Kolbens erzeugt werden; daß diese Impulse erfaßt werden; und daß die erfaßten Impulse analysiert werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Hubgeschwindigkeit eines jeden Kolbens verändert werden kann.

11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der Umfang der Abgasströmung aus jeder der Kammern reguliert werden kann.

12. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Impulse für jeden einzelnen Zylinder unabhängig von den Impulsen für die anderen Zylindern erfaßt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der in jedem der Zylinder aufrechterhaltene Druck unter dem Außendruck liegt.

14. Verfahren nach Anspruch 9, wobei der in jedem der Zylinder aufrechterhaltene Druck über dem Außendruck liegt.

15. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Strömung von Fluid in eine jede Kammer durch die zugehörige Auslaßöffnung verhindert wird.

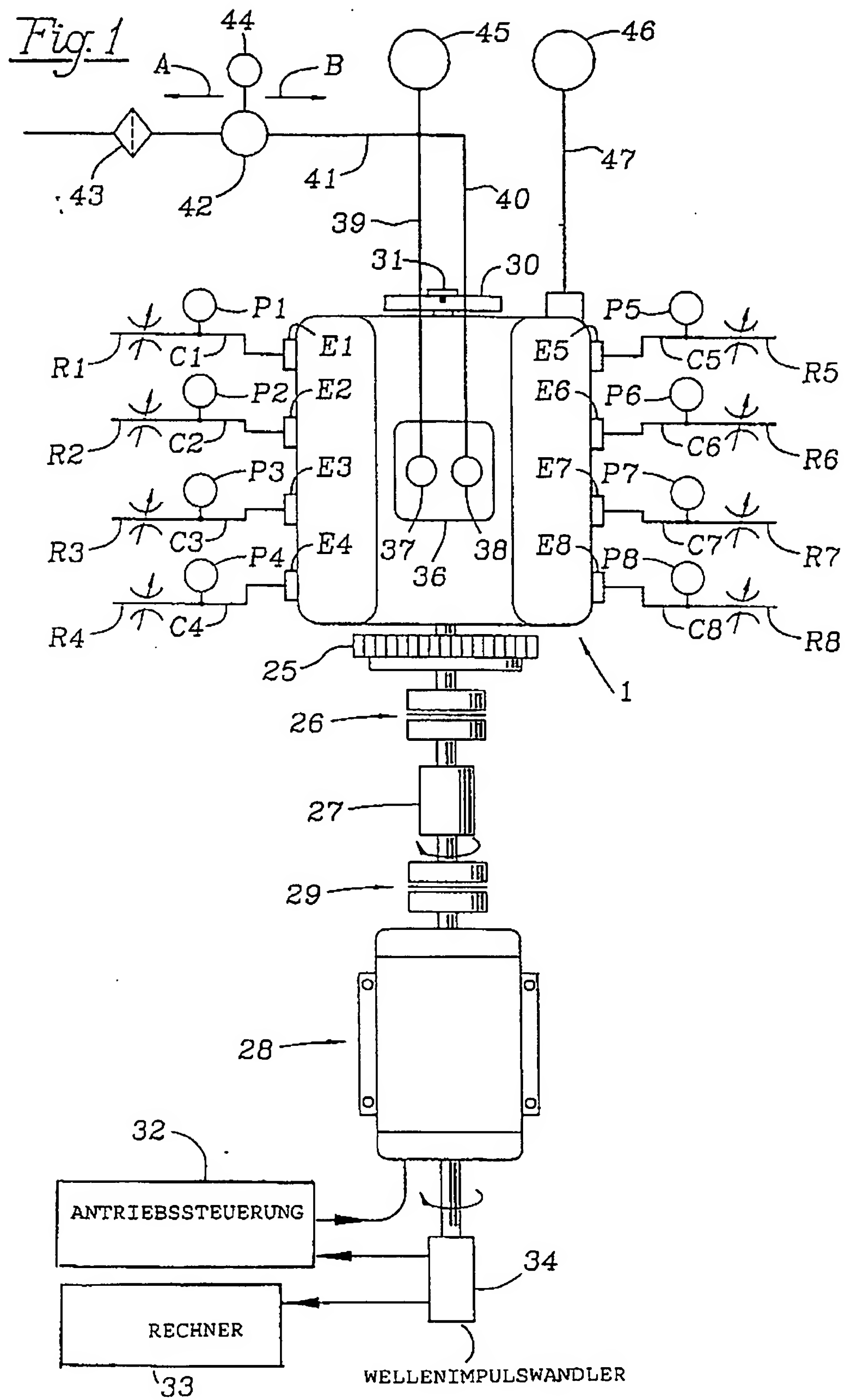
16. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Strömung von Abgasen aus jeder Kammer durch die Auslaßöffnung der zugehörigen Kammer verhindert wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -



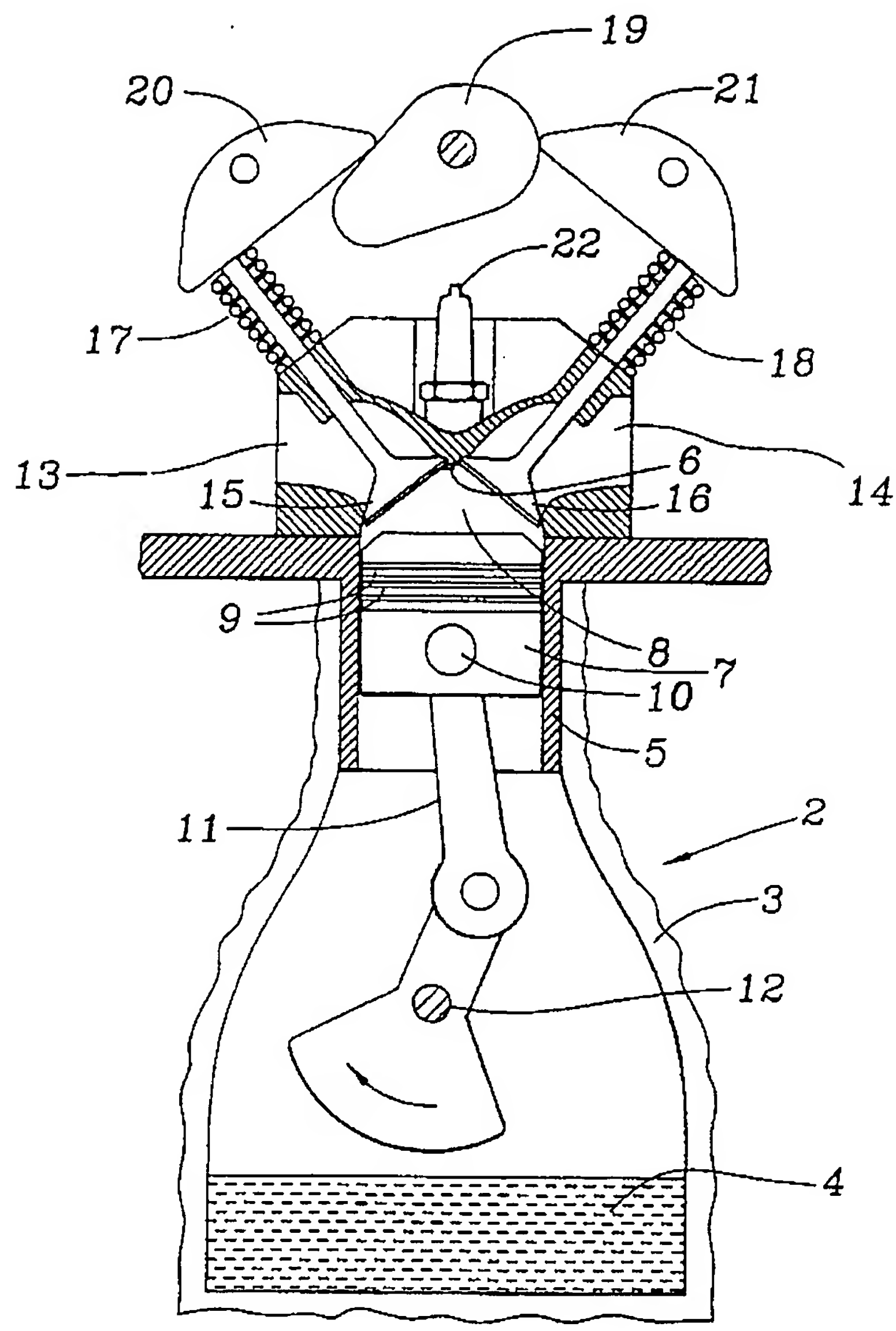


Fig. 2